



L'invention concerne un dispositif optoélectronique organique, tel qu'un dispositif d'affichage, qui est protégé de l'air ambiant par une encapsulation étanche incluant des couches minces, et son procédé d'encapsulation. Ce dispositif présente une unité électroluminescente présentant au moins une zone active (5) revêtue d'une structure multicouches d'encapsulation (201) et une zone de connexion électrique adjacente à la zone active, la structure d'encapsulation comprenant n empilement(s) ($n \geq 1$) film inorganique F1,..., Fn / couche photosensible C1,..., Cn incluant un empilement interne F1/C1 où F1 recouvre la zone active et est surmonté par C1 qui est déposée en phase liquide. Selon l'invention, la ou chaque couche C1, Cn est gravée et recouvre le film F1,..., Fn en s'étendant autour d'un bord périphérique (5a) de la zone active en au moins une portion enveloppante structurée (210, 211, 212) se terminant en deçà de la zone de connexion adjacente, et si $n \geq 2$ la ou chaque couche C2,..., Cn enveloppe la couche C1,..., Cn-1 de l'empilement immédiatement sous-jacent, de sorte que la ou chaque couche C1,..., Cn passive le film F1, Fn et protège latéralement la zone active sous-jacente des solvants et solutions de développement utilisés pour la gravure de cette couche C1,..., Cn.

DISPOSITIF OPTOELECTRONIQUE ORGANIQUE ET SON PROCEDE D'ENCAPSULATION.

La présente invention concerne un dispositif optoélectronique
5 organique, tel qu'un dispositif d'affichage, d'éclairage ou de signalisation, qui est protégé de l'air ambiant par une encapsulation étanche de type incluant des couches minces, et un procédé d'encapsulation d'un tel dispositif. L'invention s'applique notamment à des dispositifs à diodes électroluminescentes organiques (« OLED ») tels que des microécrans.

10 De manière connue, les dispositifs optoélectroniques organiques, tels que les « OLED », les dispositifs à cellules photovoltaïques et ceux à « TFT » organiques nécessitent d'être encapsulés, pour assurer la protection de leurs composants sensibles contre les espèces gazeuses de l'atmosphère (principalement l'oxygène et la vapeur d'eau). En effet, si cette
15 protection n'est pas convenablement réalisée, il risque de se produire une dégradation ultérieure du dispositif qui se manifeste principalement par l'apparition de points noirs non émissifs dans le cas des « OLED », qui sont en fait la résultante de la pénétration de la vapeur d'eau dans la diode, ce qui dégrade l'interface cathode (ou anode) / film(s) organique(s).

20 Cette encapsulation peut être typiquement réalisée grâce à l'utilisation d'un capot de verre collé sur le dispositif organique à l'aide d'une colle spécifique présentant notamment une faible perméabilité à l'eau. En général, on ajoute un absorbeur d'humidité solide ou « getter » entre le substrat et le capot pour prolonger la durée de vie du dispositif.

25 Pour certaines applications mais aussi pour une question de réduction de coût, on a développé des couches minces à effet de barrière dont le rôle, par similitude à cet ensemble capot-getter, est de protéger le dispositif sous-jacent de l'agression de l'humidité. D'une manière générale, ces couches barrières sont des oxydes, des nitrures ou des oxynitrures ou,
30 dans certains cas, il peut s'agir de couches minces métalliques sauf si l'unité électroluminescente émet par le sommet de la structure (« top emission » en anglais) auquel cas les couches barrières doivent être transparentes.

Ces couches minces sont déposées par des procédés standards de dépôt sous vide tels que le dépôt chimique en phase vapeur (« CVD ») éventuellement assisté par plasma (« PECVD »), le dépôt de couche atomique (« ALD », parfois appelée « AL-CVD ») ou par des procédés de dépôt physique en phase vapeur (« PVD ») incluant l'évaporation et la pulvérisation. Pour l'effet de barrière, on privilégie notamment les technologies « CVD » et en particulier « ALD » qui, à basse température donnent des couches barrières denses, avec peu de défauts (« pinholes » en anglais pour trous d'aiguilles) et 100 % conformes à des températures le plus souvent inférieures à 110° C qui sont compatibles avec les « OLED ». A basse température, il a ainsi été montré une densité de défauts d'une couche Al_2O_3 déposée par « ALD » aussi faible que 38/cm². Pour des applications de microécrans, cette densité de défauts est néanmoins trop élevée car si l'on considère une surface de microécran de 45 mm², cela conduit à 17 défauts par microécran soit potentiellement 17 points noirs sur l'afficheur « OLED ». En effet, même si ces points noirs intrinsèques à la fabrication sont microscopiques, leur présence est prohibée sur un dispositif « OLED » dont l'image est magnifiée par une optique adaptée, et il faut en outre leur ajouter les points noirs « extrinsèques » dus à la présence de particules indésirables à la surface du dispositif lors de l'encapsulation en couches minces.

Par ailleurs, on sait qu'il faut protéger de l'eau sur le long terme l' Al_2O_3 déposé par « ALD » car il a tendance à s'hydrolyser en $\text{Al}(\text{OH})_x$. On a donc cherché à passiver de manière pérenne cette barrière que constitue un tel film d' Al_2O_3 par des matériaux inorganiques plus inertes chimiquement et plus stables tels que SiO_2 , Si_3N_4 ou SiO_xN_y , via des dépôts mis en œuvre par « PECVD » à basse température qui permettent également de boucher les défauts résiduels de ces films d' Al_2O_3 .

En variante, on a cherché à passiver ces films d' Al_2O_3 déposés par « ALD » par des couches organiques relativement épaisses à base de polymères « planarisants » censés remédier à l'inconvénient des particules indésirables précitées en les enrobant à la manière d'un empilement BarixTM de la société Vitex, avec un empilement de couches

organiques et inorganiques alternées. Un inconvénient de cette solution réside dans le procédé en phase gazeuse de type évaporation « flash » (i.e. évaporation du monomère, condensation sur substrat puis insolation UV pour la réticulation) qui est relativement coûteux en temps.

5 Il est difficile d'envisager d'autres types de dépôt moins coûteux en temps comme le dépôt en phase liquide, car ce type de dépôt nécessite l'utilisation de solutions polymériques contenant des solvants susceptibles de dissoudre les couches de l'unité électroluminescente sous-jacente.

10 Un but de la présente invention est de proposer un dispositif optoélectronique organique, tel qu'un dispositif « OLED » d'affichage, d'éclairage ou de signalisation, qui permette de remédier aux inconvénients précités en proposant une protection fiable et pérenne de l'unité électroluminescente à moindre coût, ce dispositif présentant une unité
15 électroluminescente présentant au moins une zone active d'émission lumineuse revêtue d'une structure multicouches d'encapsulation étanche et une zone de connexion électrique adjacente à la ou chaque zone active, la structure d'encapsulation comprenant n empilement(s) ($n \geq 1$) film inorganique F1, ..., Fn / couche polymérique photosensible C1, ..., Cn incluant un
20 empilement interne F1/C1 où le film F1 recouvre la ou chaque zone active et est surmonté par la couche C1 qui est déposée en phase liquide.

A cet effet, un dispositif selon l'invention est tel que la ou chaque couche C1, ..., Cn est gravée (par photolithographie) et recouvre le film F1, ..., Fn en s'étendant autour d'un bord périphérique de la ou de
25 chaque zone active en au moins une portion enveloppante structurée se terminant en deçà de la zone de connexion adjacente, avec si $n \geq 2$ la ou chaque couche C2, ..., Cn qui est structurée de manière enveloppante par rapport à la couche C1, ..., Cn-1 de l'empilement immédiatement sous-jacent, de telle sorte que la ou chaque couche C1, ..., Cn passive le film F1, ..., Fn et
30 protège latéralement la ou chaque zone active sous-jacente des solvants et solutions de développement utilisés pour la gravure de cette couche C1, ..., Cn.

Comme cela sera détaillé ci-après, cette structure gravée totalement enrobante de la ou de chaque couche photosensible vis-à-vis de la ou de chaque zone active de l'unité électroluminescente (i.e. une structure non seulement enrobante pour la face externe de cette zone active mais encore pour ses faces latérales) peut être précisément obtenue grâce à la photolithographie c'est-à-dire par insolation locale de la couche photosensible au moyen d'un masque et d'un développement de cette couche, cette gravure permettant de structurer et donc de localiser précisément ladite au moins une portion enveloppante de chaque zone active par rapport à la zone de connexion électrique adjacente devant être laissée libre et également par rapport aux portions enveloppantes des zones actives adjacentes.

Avantageusement, la ou chaque couche photosensible C1, ..., Cn peut être à base d'une résine positive de photolithographie. Par « résine positive », on entend de manière connue une résine qui se polymérise lors de son dépôt, les parties insolées au rayonnement UV sélectivement à travers un masque étant dépolymérisées puis dissoutes lors du développement. En variante, cette résine peut être négative (i.e. par définition sa zone insolée se polymérise et devenant ainsi insoluble lors du développement).

Selon une autre caractéristique de l'invention, le ou chaque film F1, ..., Fn peut être déposé sur la ou chaque zone active par dépôt de couche atomique (« ALD ») ou bien par dépôt chimique en phase vapeur assisté par plasma (« PECVD »), et est à base d'au moins un composé inorganique choisi dans le groupe constitué par les composés de formule Al_xO_y , SiO_x , Si_xN_y , SiO_xN_y , ZnSe, Sb_2O_3 et les oxydes transparents conducteurs (OTC) optionnellement combinés à un métal, tel que l'aluminium.

Selon un premier mode de réalisation de l'invention, le ou chaque film F1, ..., Fn est déposé par « ALD » et est à base d'au moins un oxyde d'aluminium Al_xO_y optionnellement combiné à un composé de formule SiO_x , Si_xN_y ou SiO_xN_y , et ladite au moins une portion enveloppante de la ou couche C1, ..., Cn peut s'étendre alors sur l'unité électroluminescente au-delà de la périphérie de ce film.

Selon un second mode de réalisation de l'invention, le ou chaque film F1, ..., Fn est déposé par « ALD » et est à base d'au moins un oxyde transparent conducteur (OTC) optionnellement combiné à un métal, tel qu'un oxyde de zinc de formule ZnO ou une couche mince ZnO:Al, et ladite au moins une portion enveloppante de la ou couche C1, ..., Cn peut s'étendre alors au contact de la périphérie de ce film.

On notera qu'en référence tant à ce premier qu'à ce second modes, le dépôt par voie humide de la ou chaque couche photosensible C1, ..., Cn est réalisable grâce aux excellentes qualités passivantes du film F1, ..., Fn avantageusement à base d'oxyde d'aluminium ou d'oxyde de zinc qui sert de pré-encapsulation.

Avantageusement, la ou chaque couche C1, ..., Cn isolant la ou chaque zone active peut être elle-même recouverte d'un film inorganique externe diélectrique à effet de barrière qui surmonte à la fois la ou chaque zone active en recouvrant la totalité de sa ou de sa dernière couche C1, ..., Cn correspondante et sa zone de connexion adjacente, de sorte à isoler de l'extérieur ladite au moins une portion enveloppante de cette couche.

Selon un autre aspect de l'invention, ledit dispositif peut être en outre pourvu d'une plaque de protection (réalisable en un matériau transparent à la lumière émise par l'unité électroluminescente, comme le verre ou une matière plastique) qui est collée sous pression sur la structure d'encapsulation surmontant la ou chaque zone active au moyen d'une colle, et ladite portion enveloppante relative à la ou chaque zone active présente des entailles lui conférant par exemple une forme régulièrement crénelée, de sorte à maximiser le contact entre la colle et les emplacements de l'unité électroluminescente situés entre deux portions enveloppantes adjacentes sans pénaliser l'adhésion de ces dernières sur cette unité.

Selon une variante de réalisation de l'invention, la ou chaque couche C1, ..., Cn peut être gravée de sorte que ladite au moins une portion enveloppante qu'elle présente comprenne une portion périphérique débordante qui déborde de manière continue au-delà dudit bord de la ou de chaque zone active en enrobant cette dernière, et au moins une portion

périphérique enveloppante auxiliaire qui entoure de manière espacée cette portion débordante et qui, dans le cas de plusieurs portions auxiliaires, s'entourent mutuellement, et ledit film externe diélectrique à effet de barrière recouvre ces portions auxiliaires de sorte à former une pluralité de surfaces
5 parallèles entre elles et perpendiculaires au plan du substrat qui forment autant d'obstacles à la pénétration latérale de vapeur d'eau vers cette zone active.

Selon une autre caractéristique de l'invention, ledit dispositif optoélectronique peut comprendre une multitude de zones actives, telles que
10 des microécrans, qui sont toutes surmontées par les films F1, ..., Fn et par les couches C1, ..., Cn qui s'étendent chacune au-delà dudit bord sous-jacent mais à distance de ladite portion enveloppante adjacente de chaque zone active voisine, un film inorganique externe diélectrique surmontant optionnellement les couches ou dernières couches respectives des zones
15 actives en recouvrant également leurs zones de connexion adjacentes.

Avantageusement, ce dispositif peut former au moins un microécran couleur qui est défini par la ou chaque zone active et qui comporte des filtres colorés ou des moyens changeurs de couleurs en regard de points de couleur correspondants de chaque pixel du microécran.

Encore plus avantageusement, ce dispositif peut comprendre
20 un substrat revêtu sur l'une au moins de ses faces de l'unité électroluminescente de type « OLED » qui comporte au moins deux électrodes interne et externe entre lesquelles est intercalée une structure émettrice de lumière et dont l'une au moins est transparente à la lumière
25 émise, et la structure d'encapsulation peut alors recouvrir l'électrode externe.

Un procédé d'encapsulation selon l'invention d'un dispositif tel que défini ci-dessus comprend les étapes successives suivantes :

a) on dépose un film inorganique interne F1 sur ladite au
30 moins une zone active, par exemple sur une électrode externe de ladite unité électroluminescente, par un dépôt de couche atomique (« ALD ») ou bien par un dépôt chimique en phase vapeur assisté par plasma (« PECVD »), ce film

F1 étant à base d'au moins un composé inorganique de préférence choisi dans le groupe constitué par les composés de formule Al_xO_y , SiO_x , Si_xN_y , SiO_xN_y , $ZnSe$, Sb_2O_3 et les oxydes transparents conducteurs (OTC) optionnellement combinés à un métal,

5 b) on recouvre l'unité électroluminescente d'une couche polymérique photosensible interne C1 déposée en phase liquide, pour que cette dernière recouvre de manière continue le ou chaque film F1 et également la zone de connexion adjacente, optionnellement en déposant au préalable sur ce film F1 un promoteur d'adhésion par exemple de type silane,

10 c) on insole la couche C1 à des emplacements prédéterminés de l'unité électroluminescente en la masquant sélectivement des rayonnements d'insolation pour qu'elle soit, d'une part, polymérisée suite à cette insolation au-dessus de la ou chaque zone active recouverte du film F1 et en ladite au moins une portion enveloppante à distance de celle de la ou de
15 chaque zone active adjacente et, d'autre part, dépolymérisée sur le reste de la surface de l'unité incluant la ou chaque zone de connexion, de sorte que la couche C1 polymérisée enrobe le film F1 et la ou chaque zone active en les protégeant vis-à-vis de l'étape d),

 d) on développe la couche C1 polymérisée par trempage dans
20 un bain e.g. de type tétraméthyl ammonium hydroxyde (TMAH), optionnellement suivi d'une insolation complémentaire de la couche C1, puis

 e) on répète optionnellement ces étapes a) à d) au moins une fois en déposant au moins un autre empilement film inorganique F2, ..., Fn / couche polymérique photosensible C2, ..., Cn, avec le ou chaque film F2, ...,
25 Fn déposé sur la couche C1, ..., Cn-1 et la ou chaque couche C2, ..., Cn polymérisée de manière enveloppante par rapport à la couche C1, ..., Cn-1.

On notera que l'étape a) est de préférence mise en œuvre par « ALD », dépôt réalisable à basse température et permettant d'obtenir un film de densité élevée et de perméabilité très réduite qui épouse au plus près les
30 micro- ou nanoreliefs de la surface sous-jacente.

On notera également que ce film déposé par « ALD » permet l'usage de solvants polaires ou apolaires, e.g. l'éthanol, l'eau, acétone et de

solutions de développement/stripping de résines photosensibles tels que celles de dénominations TMAH et ROR.

Quant à l'étape b), elle peut être mise en œuvre par toute technique d'enduction comme par exemple à la tournette ou via un revêtement par immersion ou « dip-coating ».

De préférence, on utilise à titre de polymère photosensible pour la couche C1, ..., Cn une résine positive de photolithographie et, à l'étape c), l'on masque sélectivement la ou chaque couche photosensible surmontant la ou chaque zone active au moyen d'un masque débordant en regard dudit bord périphérique pour que cette couche y soit protégée de l'insolation en demeurant polymérisée y compris en ladite au moins une portion enveloppante correspondante, au contraire du reste de cette couche qui est dépolymérisée par cette insolation en vue de sa dissolution.

Conformément au premier mode précité de réalisation de l'invention, l'on utilise pour le ou chaque film F1, ..., Fn à déposer à l'étape a) au moins un composé inorganique diélectrique choisi dans le groupe constitué par les composés de formule Al_xO_y , SiO_x , Si_xN_y , SiO_xN_y , ZnSe et Sb_2O_3 et, suite à l'étape d), ladite au moins une portion enveloppante de la ou de chaque couche C1, ..., Cn s'étend sur l'unité électroluminescente au-delà de la périphérie de ce film.

Conformément au second mode précité de réalisation de l'invention, l'on utilise pour le ou chaque film F1, ..., Fn à déposer à l'étape a) au moins un oxyde transparent conducteur (OTC) optionnellement combiné à un métal, tel qu'un oxyde de zinc de formule ZnO ou une couche mince ZnO:Al et, suite à l'étape d), on réalise une gravure humide de ce film en utilisant à titre de masque la couche C1, ..., Cn polymérisée surmontant la ou chaque zone active de manière débordante, de sorte que ladite au moins une portion enveloppante de cette couche s'étende au contact de la périphérie de ce film et que ce dernier soit enlevé de l'unité partout ailleurs.

Selon une autre caractéristique de l'invention, l'on peut mettre en œuvre suite à l'étape d) une gravure sèche par exemple par gravure ionique réactive (« RIE ») ou par un plasma d'oxygène, de la ou de chaque

couche C1, ..., Cn polymérisée pour réduire son épaisseur et donc satisfaire aux spécifications des microécrans concernant le problème des perturbations entre pixels (« cross-talk » en anglais).

Selon une autre caractéristique de l'invention, l'on peut met en œuvre suite à l'étape d) et éventuellement suite à cette gravure sèche un dépôt conformant à basse température d'un film inorganique externe à effet de barrière qui surmonte à la fois la ou chaque zone active en recouvrant la totalité de la couche C1, ..., Cn correspondante et sa zone de connexion adjacente, de sorte à isoler de l'extérieur ladite au moins une portion enveloppante de cette couche, ce dépôt conformant étant de préférence réalisé par un dépôt de couche atomique (« ALD ») ou un dépôt chimique en phase vapeur assisté par plasma (« PECVD ») d'au moins un composé diélectrique.

On notera que la structure d'encapsulation ainsi obtenue constitue une encapsulation monolithique robuste et que, dans le cas spécifique où l'épaisseur de l'empilement barrière revêt une importance particulière (cas des microécrans notamment où l'empilement doit être suffisamment fin afin d'éviter le « cross-talk » entre pixels), l'amincissement de la couche C1, ..., Cn par la gravure sèche précitée permet de parfaitement contrôler l'intervalle, au moins dans l'empilement barrière, entre chaque pixel du microécran et le filtre coloré correspondant.

D'autres avantages, caractéristiques et détails de l'invention ressortiront du complément de description qui va suivre en référence aux dessins annexés, donnés uniquement à titre d'exemples et dans lesquels :

la figure 1 est une vue schématique en coupe transversale d'un dispositif à microécran(s) selon le premier mode de l'invention en cours de fabrication, suite à l'étape b) d'enduction de l'unité électroluminescente par la couche à résine positive C1 recouvrant notamment un film diélectrique F1,
la figure 2 est une vue schématique en coupe transversale du dispositif de la figure 1 montrant l'étape c) d'insolation de cette couche C1,

la figure 3 est une vue schématique en coupe transversale du dispositif de la figure 2 suite à l'étape d) de développement de la couche C1,

la figure 4 est une vue schématique en coupe transversale du dispositif de la figure 3 montrant une étape ultérieure de gravure sèche mise
5 en œuvre sur la couche C1 insolée et développée,

la figure 5 est une vue schématique en coupe transversale du dispositif de la figure 4 montrant le résultat d'une étape de dépôt d'un film barrière inorganique sur la couche C1 suite à cette étape de gravure sèche,

la figure 6 est une vue schématique en coupe transversale du
10 dispositif de la figure 4 en fin de fabrication selon ce premier mode de l'invention, suite à une étape finale de collage d'un capot transparent de protection muni de filtres colorés sur le dispositif de la figure 5,

la figure 7 est une vue schématique partielle de dessus de deux champs d'un dispositif à quatre microécrans où est représentée pour l'un
15 deux la portion enveloppante d'une couche photosensible gravée C1 selon un exemple de l'invention en relation avec les microécrans voisins,

la figure 8 est une vue schématique de dessus d'un microécran d'un dispositif selon l'exemple de l'invention visible à la figure 7, montrant un exemple de recouvrement débordant de la couche photosensible
20 gravée vis-à-vis de la zone active de ce microécran,

la figure 9 est une vue schématique partielle de dessus d'un microécran d'un dispositif selon une variante de l'invention par rapport à la figure 8, montrant un recouvrement avec portion enveloppante crénelée de la couche photosensible gravée vis-à-vis de la zone active de ce microécran,

25 la figure 10 est une vue schématique en coupe transversale d'un dispositif à microécran(s) selon le second mode de l'invention en cours de fabrication, suite à l'étape d) de développement d'une couche insolée à résine positive C1 recouvrant un film conducteur F1' déposé sur toute l'unité,

la figure 11 est une vue schématique en coupe transversale
30 du dispositif de la figure 10 suite à une étape ultérieure de gravure humide de ce film F1' pour sa suppression sélective au-delà de la couche C1,

la figure 12 est une vue schématique en coupe transversale du dispositif de la figure 11 suite à une étape de dépôt d'un film barrière inorganique sur cette couche C1 faisant suite à cette gravure humide,

la figure 13 est un graphique relatif aux propriétés optiques du film inorganique conducteur F1' selon ce second mode de l'invention, montrant deux courbes respectivement de constantes optiques n et k en fonction de la longueur d'onde émise,

la figure 14 est une vue schématique de dessus d'un microécran d'un dispositif selon un autre exemple de l'invention, montrant pour la couche photosensible C1 recouvrant ce microécran surmonté d'un film inorganique F1, deux portions enveloppantes auxiliaires espacées autour d'une portion enveloppante débordant continûment de la zone active, et

la figure 15 est une vue schématique en coupe transversale du microécran de la figure 14 montrant en outre un capot transparent de protection collé sur un film barrière inorganique externe surmontant cette même couche C1.

La structure d'encapsulation multicouches 1, 101, 201 illustrée sur ces figures recouvre par exemple la face d'émission externe d'un dispositif optoélectronique électroluminescent 2, dont les composants sensibles sont à protéger de l'humidité et de l'oxygène de l'air ambiant.

Le dispositif optoélectronique 2 illustré est par exemple de type microécran « OLED », comprenant de manière connue un substrat 3 typiquement en silicium revêtu d'une unité électroluminescente 4 définissant une zone active 5 et une zone de connexion électrique 6. L'unité électroluminescente 4 comporte deux électrodes interne et externe (non visibles) entre lesquelles est intercalée une structure émettrice de lumière (non illustrée), l'une au moins des électrodes (dans cet exemple l'électrode externe telle que la cathode) étant transparente ou semi-transparente à la lumière émise afin de la faire rayonner via la zone active 5 vers l'extérieur du dispositif 2.

L'électrode externe est de préférence constituée d'un métal tel que l'argent, l'aluminium ou le samarium pour les propriétés de transparence de ces métaux dans le domaine visible ainsi que pour leur conductivité électrique à faible épaisseur (l'épaisseur de l'électrode externe est par exemple comprise entre 10 nm et 30 nm). Une couche supplémentaire, communément appelée « capping layer », peut avantageusement être disposée sur l'électrode externe : cette couche, en rupture d'indice, sert à améliorer le coefficient d'extraction lumineux de la structure émettrice « OLED ». Il peut s'agir par exemple d'une couche de SiOx, évaporée à travers un pochoir à la dimension de l'écran, comme l'électrode externe. La structure émettrice « OLED » est par exemple constituée d'un empilement de films organiques conçu pour transférer les électrons et les trous qui proviennent des électrodes et qui sont recombinaisonnés pour générer des excitons et donc l'émission de lumière.

Comme notamment visible à la figure 6, une structure d'encapsulation 1 peut comprendre, selon le premier mode de l'invention :

- un film inorganique diélectrique interne F1 de « pré-encapsulation » déposé de préférence par « ALD » sur chaque zone active 5 de l'unité « OLED », qui est par exemple à base d'un oxyde Al_2O_3 avantageusement déposé à une température inférieure à 110°C afin d'éviter de détériorer la structure « OLED », typiquement à 85°C , selon une épaisseur comprise entre 10 nm et 30 nm (par exemple 25 nm) optionnellement combiné à un dépôt « PECVD » de Si_3N_4 ou SiO_2 (e.g. Al_2O_3 « ALD » / Si_3N_4 ou Al_2O_3 « ALD » / SiO_2), ou encore à base d'un empilement d'une ou plusieurs multicouches $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{ZnO}$ (l'ensemble de l'empilement pouvant être réalisé par « ALD »),

- une couche polymérique C1 par exemple à base d'une résine photosensible positive de dénomination « TELR-P002 » ou « JSR420 », qui recouvre de manière enveloppante chaque zone active 5 recouverte du film F1 en débordant continûment de la périphérie de ce film F1 mais à distance de la zone de connexion 6 adjacente et des autres couches polymériques C1 enveloppant les zones actives voisines 5,

- un film inorganique diélectrique externe Fe à effet de barrière qui recouvre continûment la totalité de l'unité « OLED » (zones de connexion 6 incluses) et qui est de préférence déposé par « ALD », « PECVD » ou « PVD » d' Al_2O_3 (déposé à une température inférieure à 110° C, typiquement à 85° C, selon une épaisseur comprise entre 10 nm et 30 nm et par exemple de 25 nm), de Si_3N_4 , d' $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Si}_3\text{N}_4$ ou de SiO_2 par exemple, et

- un capot de protection 7 (par exemple en verre ou en matière plastique) qui est pourvu sur sa face interne de filtres optiques colorés R, V, B disposés en regard des points de couleur correspondants de chaque pixel de microécran et qui est assemblé sous pression sur celui-ci via une colle 8 (de préférence acrylate ou époxy) réticulable par un rayonnement UV.

La figure 1 illustre le « couchage » à la tournette de la couche C1 formée de la résine positive sur la totalité de l'unité « OLED » (selon une épaisseur comprise typiquement entre 300 nm et 1 μm environ), zone de connexion 6 incluse, étant précisé que la zone active 5 de microécran a été préalablement revêtue du film inorganique F1, avec optionnellement utilisation d'un promoteur d'adhésion de type HMDS (épaisseur de l'ordre du nm obtenue en étuve à 100° C pendant 30 s) préalablement à ce couchage. On peut réaliser un recuit (« bake » en anglais) de la résine à une température de recuit compatible avec les dispositifs organiques du type « OLED » qui peut être inférieure à 110° C pour les « OLED » à petites molécules et à 140° C pour les « OLED » à polymères (également appelées « PLED » pour « Polymer Light Emitting Diode »).

La figure 2 montre l'insolation de la couche C1 au-delà de la zone active 5 du microécran mais en deçà de la zone de connexion 6 adjacente comportant les plots de contact afin de la laisser libre pour la prise de contact ultérieure en unité de fabrication finale (« back-end » en anglais), grâce au masque de photolithographie 9 surmontant de manière débordante cette zone active 5 et s'opposant ainsi à la dépolymérisation de la résine engendrée par le rayonnement UV d'insolation.

Comme illustré à la figure 7, on veille à définir une surface maximum autorisée pour chaque portion débordante structurée 10 de la couche C1 insolée qui est représentée par une distance (x_i , $i=0, \dots, 3$) entre le bord périphérique 5a de chaque zone active 5 de microécran et le bord périphérique du masque 9 (lequel définit également le bord final de cette portion 10). En effet, la distance x_i joue un rôle important contre la pénétration latérale par diffusion de vapeur d'eau dans le dispositif et doit être la plus grande possible afin de retarder cette pénétration. Cette distance x_i doit être également choisie en fonction de la disposition des autres microécrans contenus dans le champ concerné par le masquage (champ de « stepper » en anglais) et dans les champs mitoyens. Les différentes distances x_i peuvent donc être différentes. On peut réaliser un découpage à la scie sous forme de dés (« dicing » en anglais) dans le champ même, et ce entre les quatre microécrans du champ dans l'exemple de la figure 7 avec dans ce cas les distances x_i qui doivent en plus tenir compte de la largeur des traits de scie.

On peut avantageusement, dans le cas d'un design avec quatre écrans par champ, respecter les conditions dimensionnelles suivantes pour ces distances x_i :

- $x_0 \leq L_0$
- $x_1 < (L_1)/2$
- $x_2 < (L_2)/2$
- $x_3 < (L_3)/2$

La figure 3 montre le résultat de l'étape de développement (par trempage dans un bain développeur de TMAH, par exemple) de la couche C1 ainsi dissoute de manière sélective à une distance prédéterminée de la zone active 5 et conservée à l'état polymérisé de manière enveloppante sur cette dernière, de sorte à protéger les composants de cette zone active 5 du bain de développeur. Ce développement a notamment pour effet de libérer les plots de contact de la zone de connexion 6. Suite à ce développement, on peut réaliser un recuit de la couche C1 et, optionnellement, une insolation complémentaire de celle-ci en fonction de la stabilité à long terme de la résine dans un état ou dans l'autre.

Il est possible à ce stade ou après l'étape de gravure qui va être décrite juste après, de réaliser une nouvelle étape d'insolation de la résine positive sur l'ensemble de la résine résiduelle (toujours sous lampe UV par exemple à 365 nm). La dose d'insolation peut être comprise par exemple entre 60 mW et 100 mW et être ajustée en fonction de l'épaisseur de résine. On a constaté en effet qu'une telle étape pouvait améliorer la tenue dans le temps du dispositif en limitant l'apparition de cloques en surface.

La figure 4 montre une étape de gravure sèche mise en œuvre par gravure ionique réactive (« RIE ») ou avantageusement par plasma d'oxygène (O_2) de la couche C1 restante, pour diminuer son épaisseur totale et la rendre compatible avec les spécifications des microécrans. Cette étape permet, si la couche photosensible C1 choisie au départ est trop épaisse pour ces spécifications comme cela est le cas pour une épaisseur initiale égale ou supérieure à 1 μm (par exemple 1,3 μm pour la résine « JSR420 »), de ramener cette épaisseur à 0,5 μm environ via cette gravure sèche pour la génération actuelle de microécrans. On notera que le contrôle de l'épaisseur de l'encapsulation obtenu par cette gravure sèche permet également de contrôler l'absorption.

On a montré qu'il est possible avec un dépôt de résine « TELR-P002 » à la tournette avec une épaisseur comprise entre 300 nm et 400 nm, d'amincir par gravure cette couche à une épaisseur comprise entre 150 nm et 250 nm. La diminution de l'épaisseur de polymère permet également d'améliorer la tenue dans le temps du dispositif en facilitant son dégazage lors de l'étape facultative de recuit de cette résine, qui va être décrite ultérieurement. Ainsi l'ensemble barrière constitué des deux films inorganiques et de la couche polymérique intercalaire peut avoir une épaisseur totale inférieure à 400 nm voire inférieure à 300 nm ou même à 200 nm tout en restant très efficace. De telles épaisseurs permettent de minimiser la distance entre la structure émettrice et les filtres colorés, évitant ainsi un mélange d'information entre les pixels adjacents de différentes couleurs.

L'étape de gravure peut éventuellement être réalisée en deux étapes de gravure distinctes afin d'obtenir une gravure plus isotrope et donc une meilleure uniformité pour la cette couche polymérique.

A ce stade, une étape de recuit peut être envisagée pour
5 améliorer la tenue dans le temps du dispositif en permettant le dégazage au moins partiel de la couche de polymère. La température de ce recuit doit être compatible avec la structure « OLED » comme précédemment décrit. On peut envisager par exemple un recuit à une température comprise entre 80° C et 100° C pendant une durée allant d'une minute à 24 heures, par exemple de 2
10 heures.

La figure 5 montre le résultat d'une étape ultérieure de dépôt conformant à basse température (de préférence par « ALD » ou « PECVD ») sur la couche C1 du film diélectrique externe Fe à effet de barrière, pour fermer de manière étanche la portion débordante 10 de la couche C1 et éviter
15 ainsi la diffusion latérale d'eau à travers cette couche C1.

La figure 6, comme indiqué plus haut, est un exemple de conditionnement protecteur avec le capot 7 muni des filtres colorés R, V, B pour le microécran.

La figure 8 montre une géométrie possible pour la portion
20 périphérique débordante 10 de la couche photosensible C1 enveloppant un microécran selon l'invention, où cette portion débordante 10 présente un contour rectangulaire de largeur constante, alors que la variante de la figure 9 montre une portion enveloppante 110 rectangulaire crénelée par exemple en forme de timbre-poste pour optimiser l'adhésion ultérieure de la colle 8 du
25 capot 7 entre les microécrans individuels dépourvus de la couche C1 et à séparer par découpe, tout en conservant une largeur débordante suffisante pour que la couche C1 enveloppe la zone active 5 du microécran de sorte à différer suffisamment la diffusion de vapeur d'eau et à adhérer suffisamment à l'unité « OLED » 4.

30

La structure d'encapsulation 101 pour microécran selon le second mode de l'invention dont la fabrication est illustrée aux figures 10 à 12

se différencie essentiellement de celle des figures 1 à 6, en ce que l'on dépose en lieu et place du film inorganique diélectrique F1 un film F1' transparent également inorganique et déposé par « ALD » mais qui est électriquement conducteur en étant de préférence constitué de ZnO ou de ZnO:Al.

Ce film F1' à base d'un tel oxyde transparent conducteur déposé par « ALD » présente notamment les trois avantages suivants :

- il peut être déposé à une température inférieure à 100° C, ce qui convient pour ne pas altérer les composants de l'unité « OLED »,
- comme le montre le graphique de constantes optiques n et k de la figure 13 (mesures « WOOLAM » effectuées avec un appareil « Savannah 200 »), ce film F1' forme une excellente sous-couche notamment du fait que la constante n est élevée dans le domaine visible (sa valeur moyenne étant sensiblement égale à 2), et
- son dépôt par « ALD » contribue à l'obtention d'une encapsulation de qualité.

Comme visible à la figure 10, on commence par déposer ce film F1' sur toute la surface de l'unité « OLED » 4 (zone de connexion 6 incluse) avant l'enduction, l'insolation et le développement de la couche photosensible C1 qui est débordante vis-à-vis de la zone active 5 à l'instar de celle du premier mode de l'invention. On notera que ce revêtement initial du film conducteur F1' a pour effet de mettre les champs et les zones de connexion 6 en court-circuit.

Comme visible à la figure 11, on met ensuite en œuvre une étape ultérieure de gravure humide du film F1' (par exemple avec une solution acide, par exemple à base d'HCl dilué dans de l'eau désionisée) pour sa suppression sélective au-delà de la couche polymérisée C1 (donc notamment à l'emplacement de la zone de connexion 6), cette gravure humide étant réalisée en utilisant cette couche C1 comme masque.

Et comme visible à la figure 12, on met ensuite en œuvre une étape de dépôt sur toute l'unité « OLED » 4 d'un film barrière inorganique Fe

(par exemple d' Al_2O_3 déposé par « ALD ») sur cette couche C1, à l'instar du premier mode de l'invention.

La structure d'encapsulation 201 selon la variante de l'invention illustrée aux figures 14 et 15 a sa couche photosensible C1 recouvrant la zone active 5 du microécran (laquelle zone active 5 est entourée d'un anneau de cathode 5b formant l'électrode externe et est surmontée d'un film inorganique F1 par exemple analogue à celui des figures 1 à 6) qui présente deux portions enveloppantes auxiliaires 211 et 212 espacées de manière périphérique, via un masque de photolithographie adapté, autour d'une portion enveloppante centrale 210 débordant continûment de la zone active 5. Plus précisément, on voit à la figure 15 que ces portions auxiliaires 211 et 212 forment des reliefs (de section transversale rectangulaire dans l'exemple de la figure 15) de même hauteur égale à celle de la portion centrale 210, et ces portions auxiliaires 211 et 212 sont reliées entre elles au niveau de leurs bases par le film diélectrique externe Fe à effet de barrière (par exemple à base d' Al_2O_3 déposé par « ALD », à titre non limitatif) qui revêt à la fois leurs sommets 211a, 212a et leurs flancs 211b, 212b.

Et comme visible à la figure 15 où est en outre représenté le capot transparent de protection 7 collé sur le film barrière inorganique externe Fe surmontant la couche C1, ces deux portions enveloppantes auxiliaires 211 et 212 obtenues par photolithographie permettent de minimiser encore davantage la pénétration latérale par diffusion de la vapeur d'eau extérieure, grâce à la multiplication des interfaces à effet de barrière du film externe Fe recouvrant les flancs 211b et 212b des portions auxiliaires 211 et 212 (quatre flancs dans l'exemple de la figure 15).

REVENDEICATIONS

1) Dispositif optoélectronique organique (2), tel qu'un dispositif d'affichage, d'éclairage ou de signalisation à diodes électroluminescentes organiques (« OLED »), ce dispositif présentant une unité électroluminescente (4) présentant au moins une zone active (5) d'émission lumineuse revêtue d'une structure multicouches d'encapsulation (1, 101, 201) étanche et une zone de connexion électrique (6) adjacente à la ou chaque zone active, la structure d'encapsulation comprenant n empilement(s) ($n \geq 1$) film inorganique F1, ..., Fn / couche polymérique photosensible C1, ..., Cn incluant un empilement interne F1/C1 où le film F1 recouvre la ou chaque zone active et est surmonté par la couche C1 qui est déposée en phase liquide, caractérisé en ce que la ou chaque couche C1, ..., Cn est gravée et recouvre le film F1, ..., Fn en s'étendant autour d'un bord périphérique (5a) de la ou de chaque zone active en au moins une portion enveloppante structurée (10, 110, 210, 211, 212) se terminant en deçà de la zone de connexion adjacente, et en ce que si $n \geq 2$ la ou chaque couche C2, ..., Cn est structurée de manière enveloppante par rapport à la couche C1, ..., Cn-1 de l'empilement immédiatement sous-jacent, de telle sorte que la ou chaque couche C1, ..., Cn passive le film F1, ..., Fn et protège latéralement la ou chaque zone active sous-jacente des solvants et solutions de développement utilisés pour la gravure de cette couche C1, ..., Cn.

2) Dispositif (2) selon la revendication 1, caractérisé en ce que la ou chaque couche C1, ..., Cn est à base d'une résine positive de photolithographie.

3) Dispositif (2) selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le ou chaque film F1, ..., Fn est déposé par dépôt de couche atomique (« ALD ») ou bien par dépôt chimique en phase vapeur assisté par plasma (« PECVD »), et est à base d'au moins un composé inorganique choisi dans le groupe constitué par les composés de formule Al_xO_y , SiO_x , Si_xN_y , SiO_xN_y ,

ZnSe, Sb_2O_3 et les oxydes transparents conducteurs (OTC) optionnellement combinés à un métal.

4) Dispositif (2) selon la revendication 3, caractérisé en ce que
5 le ou chaque film $F_1, \dots, F_n$ est déposé par « ALD » et est à base d'au moins un oxyde d'aluminium Al_xO_y optionnellement combiné à un composé de formule SiO_x , Si_xN_y ou SiO_xN_y , et en ce que ladite au moins une portion enveloppante (10, 110, 210, 211, 212) de la ou chaque couche $C_1, \dots, C_n$ s'étend sur l'unité électroluminescente (4) au-delà de la périphérie de ce film.

10

5) Dispositif (2) selon la revendication 3, caractérisé en ce que
le ou chaque film (F_1') est déposé par « ALD » et est à base d'au moins un oxyde transparent conducteur (OTC) optionnellement combiné à un métal, tel qu'un oxyde de zinc de formule ZnO ou une couche mince ZnO:Al , et en ce
15 que ladite au moins une portion enveloppante (10) de la ou chaque couche $C_1, \dots, C_n$ s'étend au contact de la périphérie de ce film.

6) Dispositif (2) selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la ou chaque couche $C_1, \dots, C_n$ isolant la ou chaque
20 zone active (5) est elle-même recouverte d'un film inorganique externe diélectrique (Fe) à effet de barrière qui surmonte à la fois la ou chaque zone active en recouvrant la totalité de sa ou de sa dernière couche $C_1, \dots, C_n$ correspondante et sa zone de connexion (6) adjacente, de sorte à isoler de l'extérieur ladite au moins une portion enveloppante (10, 110, 210, 211, 212)
25 de cette couche.

7) Dispositif (2) selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est en outre pourvu d'une plaque de protection (7) qui est collée sous pression sur la structure d'encapsulation (1, 201) surmontant
30 la ou chaque zone active (5) au moyen d'une colle (8), et en ce que ladite portion enveloppante (110) relative à la ou à chaque zone active présente des entailles lui conférant par exemple une forme régulièrement crénelée, de sorte

à maximiser le contact entre la colle et les emplacements de l'unité électroluminescente (4) situés entre deux portions enveloppantes adjacentes sans pénaliser l'adhésion de ces dernières sur cette unité.

5 8) Dispositif (2) selon la revendication 6, caractérisé en ce que la ou chaque couche C1, ..., Cn est gravée de sorte que ladite au moins une portion enveloppante qu'elle présente comprenne une portion périphérique enveloppante débordante (210) qui déborde de manière continue au-delà dudit bord (5a) de la ou de chaque zone active (5) en enrobant cette dernière,
10 et au moins une portion périphérique enveloppante auxiliaire (211, 212) qui entoure de manière espacée cette portion débordante et qui, dans le cas de plusieurs portions auxiliaires, s'entourent mutuellement, et en ce que ledit film inorganique externe diélectrique (Fe) à effet de barrière recouvre ces portions auxiliaires de sorte à former une pluralité de surfaces parallèles entre elles et
15 perpendiculaires au plan du substrat (3) qui forment autant d'obstacles à la pénétration latérale de vapeur d'eau vers la ou chaque zone active.

 9) Dispositif (2) selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend une multitude de zones actives (5), telles
20 que des microécrans, qui sont toutes surmontées par les films F1, ..., Fn et par les couches C1, ..., Cn qui s'étendent chacune au-delà dudit bord sous-jacent mais à distance de ladite portion enveloppante (10, 110, 212) adjacente de chaque zone active voisine, un film inorganique externe diélectrique (Fe) surmontant optionnellement les couches ou dernières couches respectives
25 (C1) des zones actives en recouvrant également leurs zones de connexion (6) adjacentes.

 10) Dispositif (2) selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il forme au moins un microécran couleur qui est défini par la ou chaque
30 zone active (5) et qui comporte des filtres colorés (R, V, B) ou des moyens changeurs de couleurs en regard de points de couleur correspondants de chaque pixel du microécran.

11) Dispositif (2) selon une des revendications précédentes comprenant un substrat (3) revêtu sur l'une au moins de ses faces de ladite unité électroluminescente (4) de type « OLED » qui comporte au moins deux électrodes interne et externe entre lesquelles est intercalée une structure émettrice de lumière et dont l'une au moins est transparente à la lumière émise, caractérisé en ce que la structure d'encapsulation (1, 101, 201) recouvre ladite électrode externe.

12) Procédé d'encapsulation d'un dispositif (2) selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes successives suivantes :

a) on dépose un film inorganique interne F1 sur ladite au moins une zone active (5), par exemple sur une électrode externe de l'unité électroluminescente, par un dépôt de couche atomique (« ALD ») ou bien par un dépôt chimique en phase vapeur assisté par plasma (« PECVD »), ce film F1 étant à base d'au moins un composé inorganique de préférence choisi dans le groupe constitué par les composés de formule Al_xO_y , SiO_x , Si_xN_y , SiO_xN_y , $ZnSe$, Sb_2O_3 et les oxydes transparents conducteurs (OTC) optionnellement combinés à un métal,

b) on recouvre l'unité électroluminescente (4) d'une couche polymérique photosensible interne C1 déposée en phase liquide par exemple à la tournette, pour que cette dernière recouvre de manière continue le ou chaque film F1 et également la zone de connexion (6) adjacente, optionnellement en déposant au préalable sur ce film F1 un promoteur d'adhésion par exemple de type silane,

c) on insole la couche C1 à des emplacements prédéterminés de l'unité électroluminescente en la masquant sélectivement des rayonnements d'insolation pour qu'elle soit, d'une part, polymérisée suite à cette insolation au-dessus de la ou de chaque zone active recouverte du film F1 et en ladite au moins une portion enveloppante (10, 110, 210, 211, 212) à distance de celle de la ou de chaque zone active adjacente et, d'autre part,

dépolymérisée sur le reste de la surface de l'unité incluant la ou chaque zone de connexion, de sorte que la couche C1 polymérisée enrobe le film F1 et la ou chaque zone active en les protégeant vis-à-vis de l'étape d),

d) on développe la couche C1 polymérisée par trempage dans
5 un bain par exemple de type tétraméthyl ammonium hydroxyde, optionnellement suivi d'une insolation complémentaire de la couche C1, puis

e) on répète optionnellement ces étapes a) à d) au moins une fois en déposant au moins un autre empilement film inorganique F2, ..., Fn / couche polymérique photosensible C2, ..., Cn, avec le ou chaque film F2, ...,
10 Fn déposé sur la couche C1, ..., Cn-1 et la ou chaque couche C2, ..., Cn polymérisée de manière enveloppante par rapport à la couche C1, ..., Cn-1.

13) Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que l'on utilise à titre de couche C1, ..., Cn une couche à base d'une résine
15 positive de photolithographie, et en ce qu'à l'étape c) l'on masque sélectivement la couche C1, ..., Cn surmontant la ou chaque zone active au moyen d'un masque (9) débordant en regard dudit bord périphérique (5a) pour que cette couche y soit protégée de l'insolation en demeurant polymérisée y compris en ladite au moins une portion enveloppante (10, 110,
20 210, 211, 212) correspondante, au contraire du reste de cette couche C1, ..., Cn qui est dépolymérisée par cette insolation en vue de sa dissolution.

14) Procédé selon la revendication 12 ou 13, caractérisé en ce que l'on utilise pour le ou chaque film F1, ..., Fn à déposer à l'étape a) au
25 moins un composé inorganique diélectrique choisi dans le groupe constitué par les composés de formule Al_xO_y , SiO_x , Si_xN_y , SiO_xN_y , ZnSe et Sb_2O_3 , et en ce que suite à l'étape d) ladite au moins une portion enveloppante (10, 110, 210, 211, 212) de la ou de chaque couche C1, ..., Cn s'étend sur l'unité électroluminescente (4) au-delà de la périphérie de ce film.

30

15) Procédé selon la revendication 12 ou 13, caractérisé en ce que l'on utilise pour le ou chaque film (F1') à déposer à l'étape a) au moins

- un oxyde transparent conducteur (OTC) optionnellement combiné à un métal, tel qu'un oxyde de zinc de formule ZnO ou une couche mince ZnO:Al , et en ce que suite à l'étape d) on réalise une gravure humide de ce film en utilisant à titre de masque la couche $C_1, \dots, C_n$ polymérisée surmontant la ou chaque zone active (5) de manière débordante, de sorte que ladite au moins une portion enveloppante (10) de cette couche s'étende au contact de la périphérie de ce film et que ce dernier soit enlevé de l'unité (4) partout ailleurs.
- 10 16) Procédé selon une des revendications 12 à 15, caractérisé en ce que l'on met en œuvre suite à l'étape d) une gravure sèche par exemple par gravure ionique réactive (« RIE ») ou par un plasma d'oxygène, de la ou de chaque couche $C_1, \dots, C_n$ polymérisée pour réduire son épaisseur.
- 15 17) Procédé selon une des revendications 12 à 16, caractérisé en ce que l'on met en œuvre suite à l'étape d) un dépôt conformant à basse température d'un film inorganique externe (Fe) à effet de barrière qui surmonte à la fois la ou chaque zone active (5) en recouvrant la totalité de la couche $C_1, \dots, C_n$ correspondante et sa zone de connexion (6) adjacente, de sorte à isoler de l'extérieur ladite au moins une portion enveloppante (10, 110, 210, 211, 212) de cette couche, ce dépôt conformant étant de préférence réalisé par un dépôt de couche atomique (« ALD ») ou un dépôt chimique en phase vapeur assisté par plasma (« PECVD ») d'au moins
- 20
- 25 un composé diélectrique.

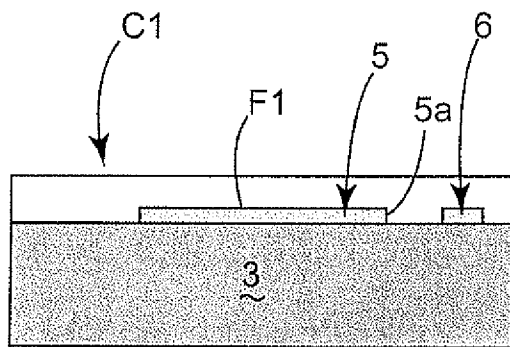


FIG. 1

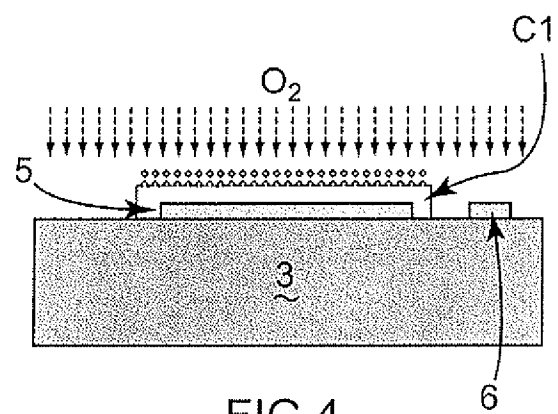


FIG.4

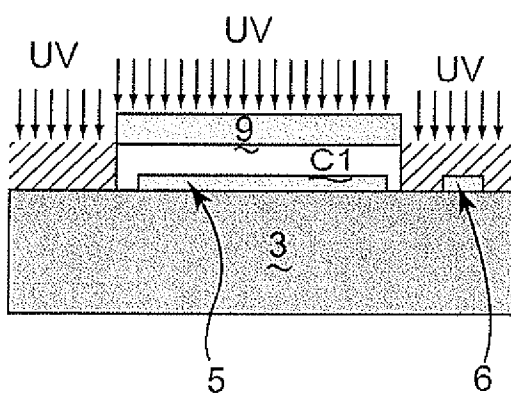


FIG.2

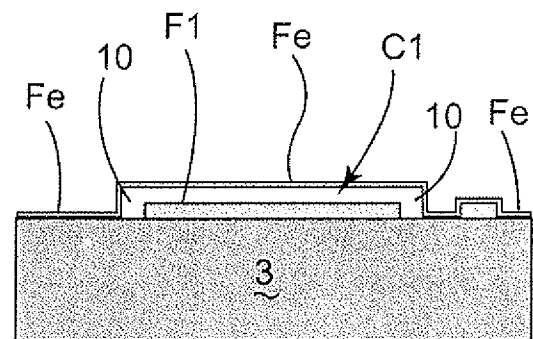


FIG.5

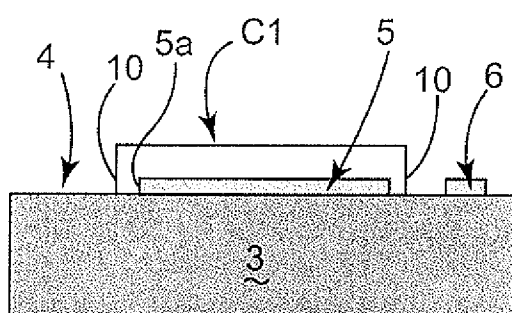


FIG.3

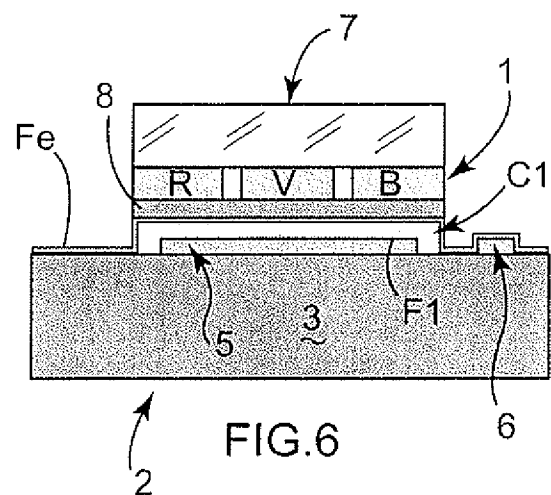


FIG.6

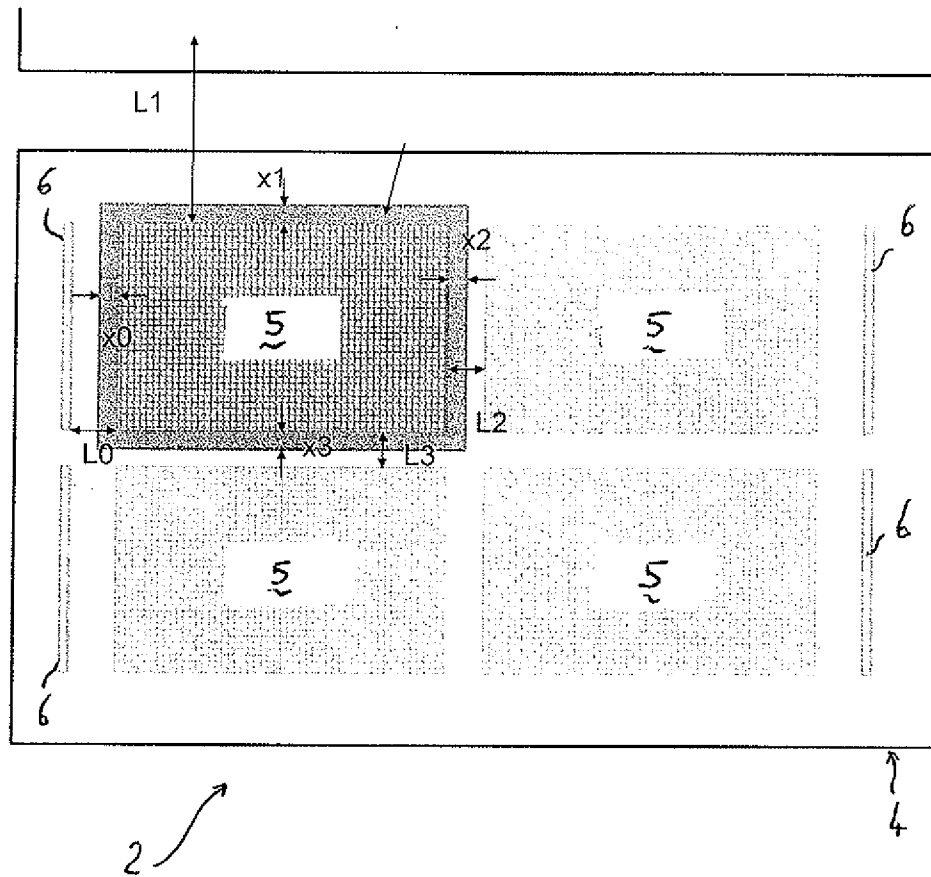
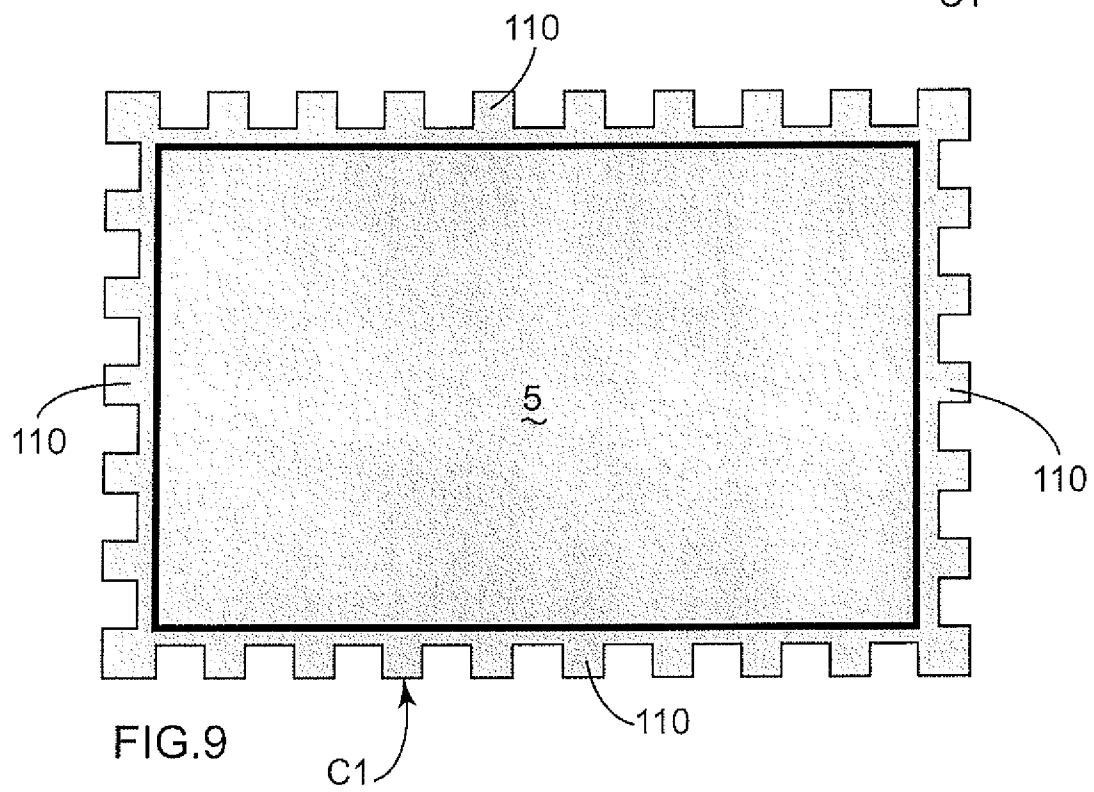
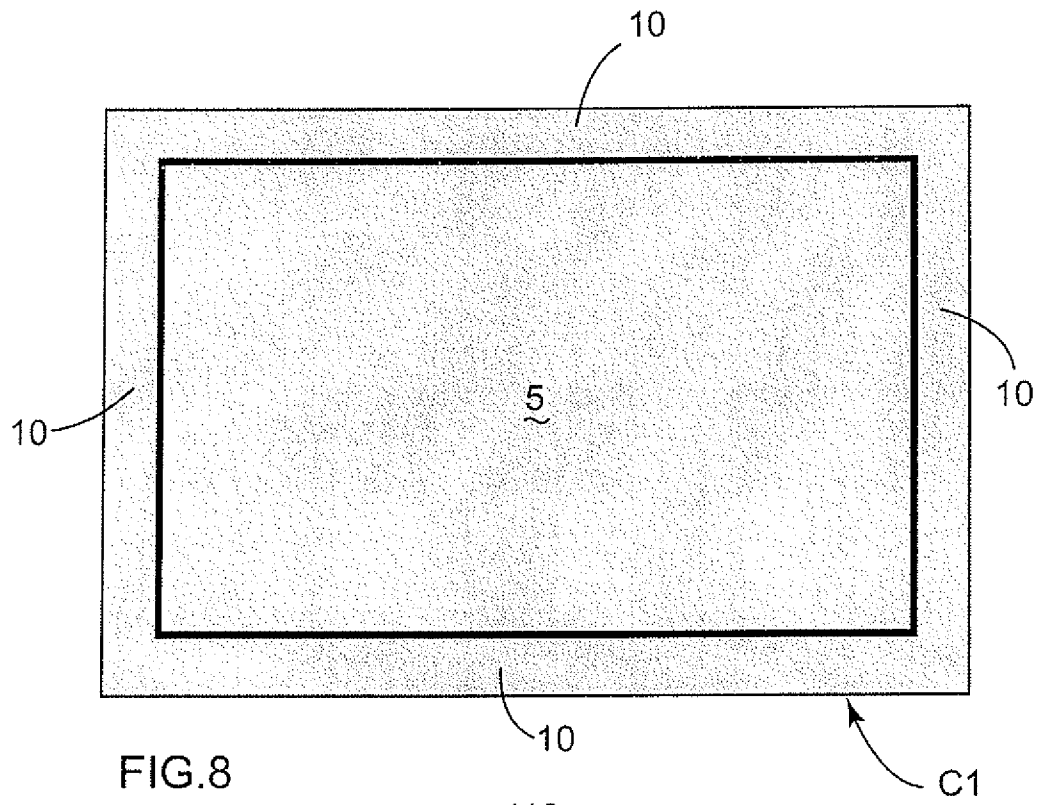


Fig. 7



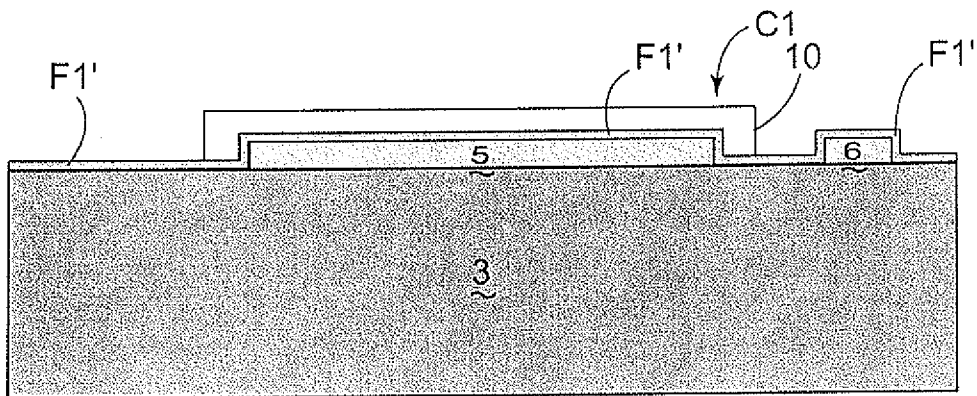


FIG.10

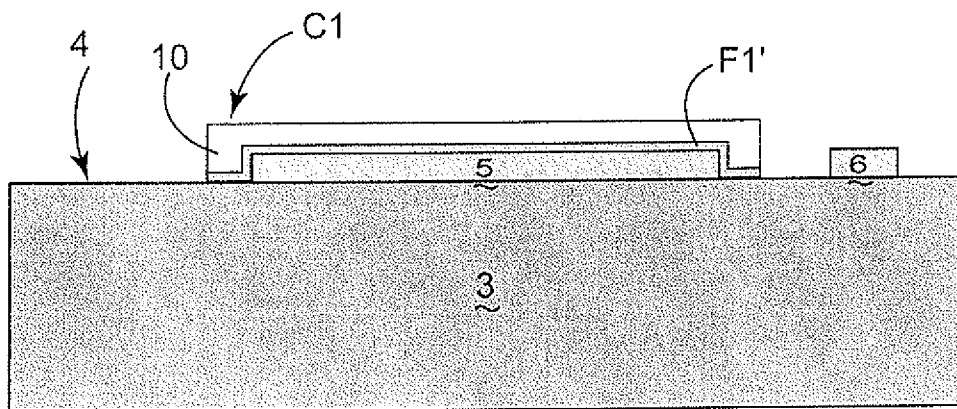


FIG.11

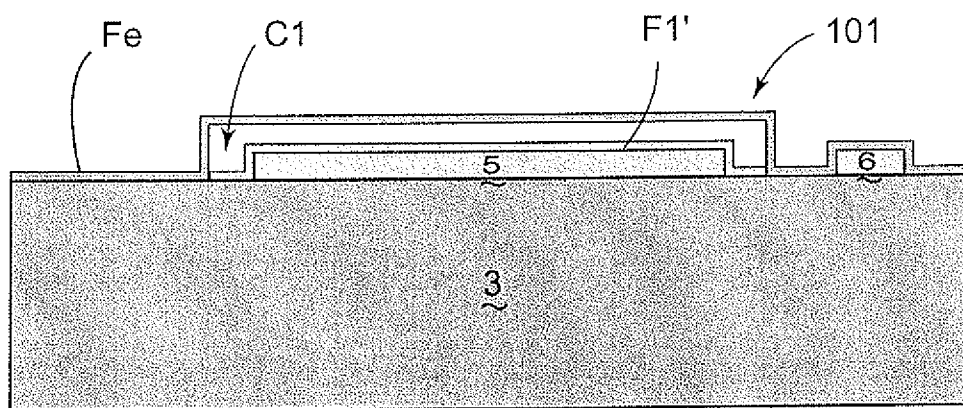


FIG.12

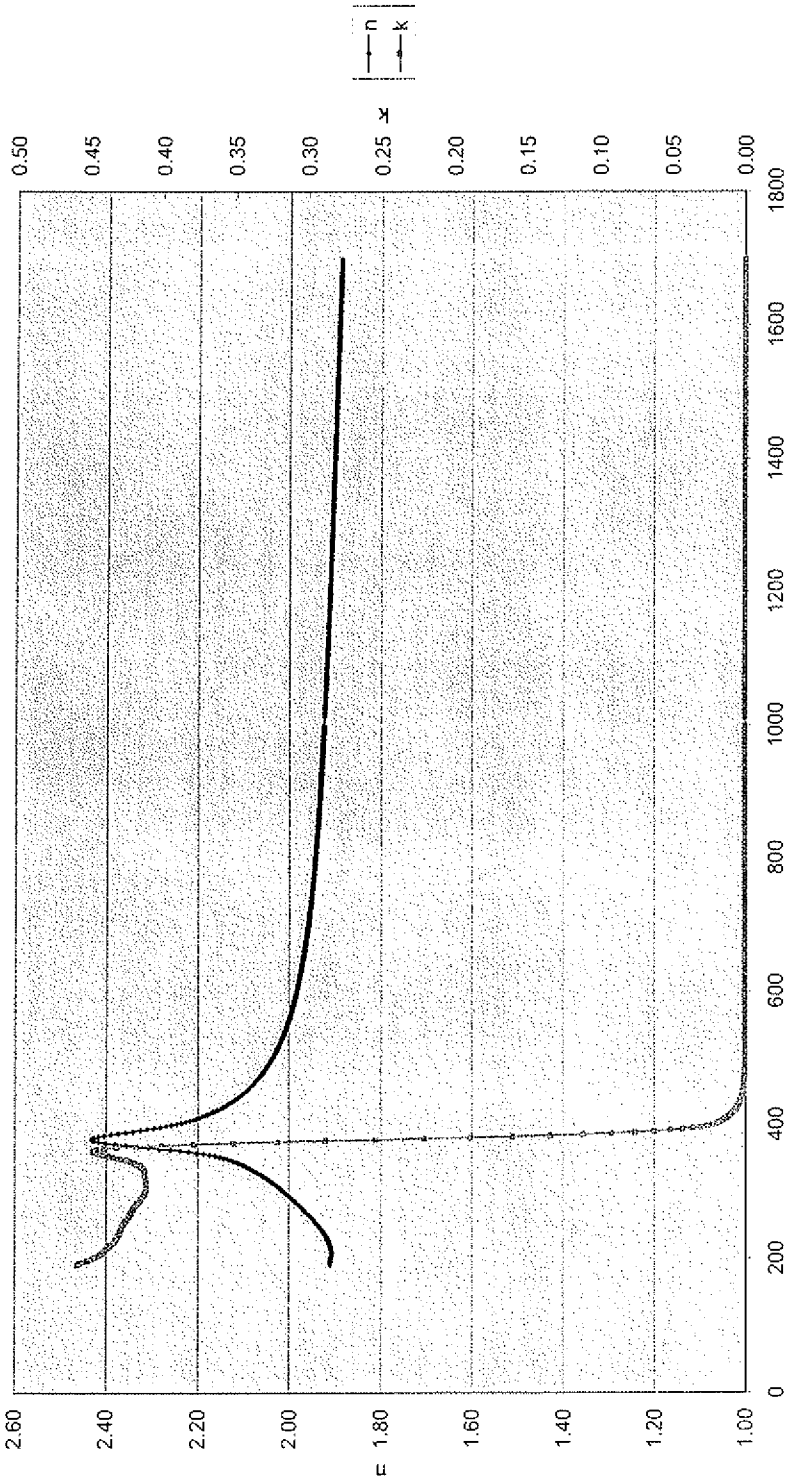


Fig. 13

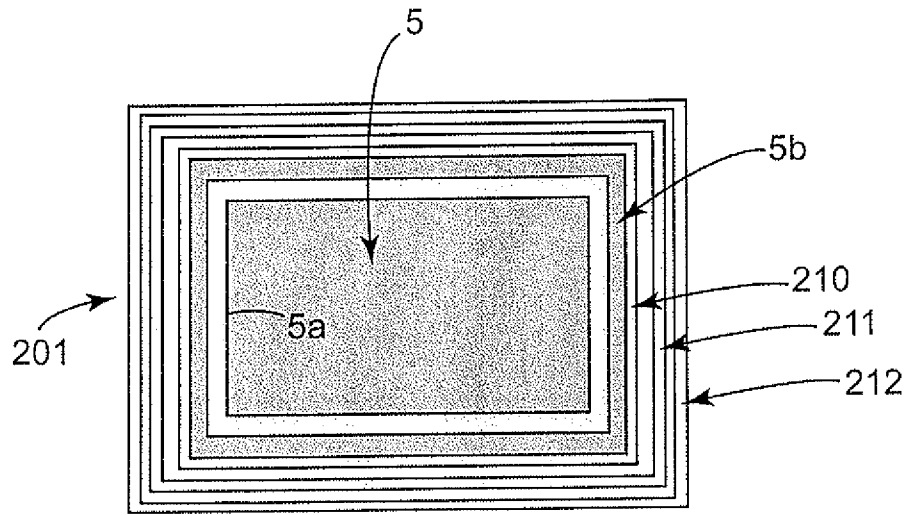


FIG. 14

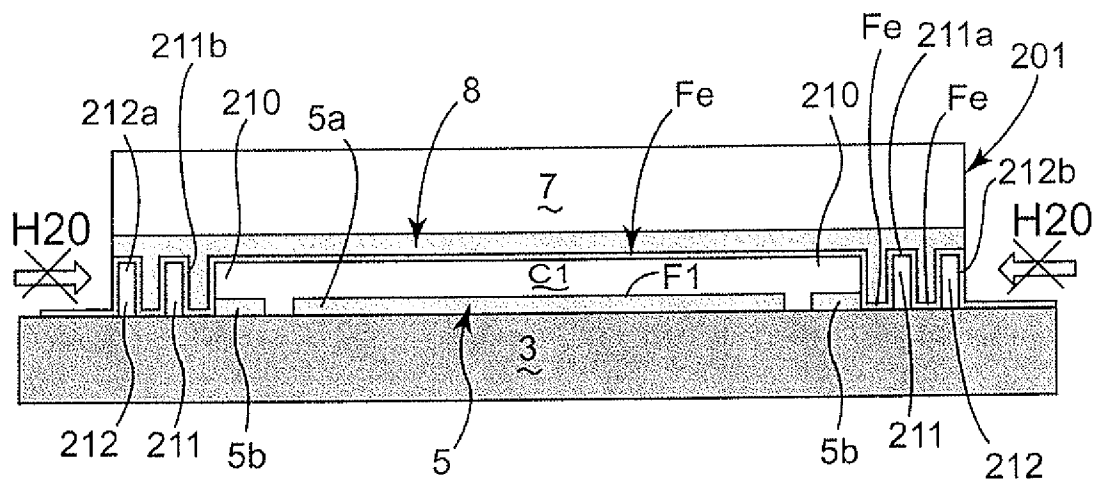


FIG. 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2011/051412

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L51/52 H01L51/56 H01L27/32
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2006 015043 A1 (SIEMENS AG [DE]) 11 October 2007 (2007-10-11) the whole document -----	1-5,9-16
A	EP 1 986 248 A2 (TOYOTA JIDOSHOKKI KK [JP]) 29 October 2008 (2008-10-29) paragraphs [0014] - [0019]; figure 1B -----	1,12
A	FR 2 936 651 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 2 April 2010 (2010-04-02) the whole document -----	1-17
A	US 2006/087230 A1 (GHOSH AMALKUMAR P [US] ET AL) 27 April 2006 (2006-04-27) paragraph [0164]; figure 6 -----	1,12

☐

Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 June 2011

Date of mailing of the international search report

28/06/2011

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Persat, Nathalie

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/IB2011/051412

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102006015043 A1	11-10-2007	WO 2007113177 A1	11-10-2007
EP 1986248 A2	29-10-2008	CN 101309531 A	19-11-2008
		JP 2008270018 A	06-11-2008
		KR 20080095204 A	28-10-2008
		US 2008286895 A1	20-11-2008
FR 2936651 A1	02-04-2010	WO 2010037920 A1	08-04-2010
US 2006087230 A1	27-04-2006	EP 1805821 A1	11-07-2007
		JP 2008518399 T	29-05-2008
		WO 2006047149 A1	04-05-2006

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/IB2011/051412

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. H01L51/52 H01L51/56 H01L27/32
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
H01L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	DE 10 2006 015043 A1 (SIEMENS AG [DE]) 11 octobre 2007 (2007-10-11) le document en entier -----	1-5,9-16
A	EP 1 986 248 A2 (TOYOTA JIDOSHOKKI KK [JP]) 29 octobre 2008 (2008-10-29) alinéas [0014] - [0019]; figure 1B -----	1,12
A	FR 2 936 651 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 2 avril 2010 (2010-04-02) le document en entier -----	1-17
A	US 2006/087230 A1 (GHOSH AMALKUMAR P [US] ET AL) 27 avril 2006 (2006-04-27) alinéa [0164]; figure 6 -----	1,12

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

21 juin 2011

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

28/06/2011

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Persat, Nathalie

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/IB2011/051412

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 102006015043 A1	11-10-2007	WO 2007113177 A1	11-10-2007
EP 1986248 A2	29-10-2008	CN 101309531 A	19-11-2008
		JP 2008270018 A	06-11-2008
		KR 20080095204 A	28-10-2008
		US 2008286895 A1	20-11-2008
FR 2936651 A1	02-04-2010	WO 2010037920 A1	08-04-2010
US 2006087230 A1	27-04-2006	EP 1805821 A1	11-07-2007
		JP 2008518399 T	29-05-2008
		WO 2006047149 A1	04-05-2006